



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 42 334.2

Anmeldetag: 12. September 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Einrichtung zur Drehzahl-
messung eines getaktet angesteuerten
elektrischen Motors

IPC: H 02 P, G 01 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren und Einrichtung zur Drehzahlmessung eines
getaktet angesteuerten elektrischen Motors

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Messung der Drehzahl eines getaktet angesteuerten elektrischen Motors mit den im Oberbegriff der Ansprüche 1 und 6 genannten Merkmalen.

15

Stand der Technik

Zur Bestimmung der Drehzahl einer elektrischen Maschine zum Zweck der Drehzahlregelung sind magnetische oder optische Geber bekannt, die an der Welle der Maschine angebracht werden und die über entsprechende magnetische beziehungsweise optische Sensoren am Statorgehäuse abgetastet werden. Derartige Einrichtungen sind jedoch mit einem relativ hohen
25 Kostenaufwand verbunden.

Für elektrische Maschinen, die mit einer pulsweiten-gesteuerten Spannung (PWM), das heißt getaktet, betrieben werden, ist als eine einfachere und preiswertere Methode bekannt, in den nicht angesteuerten
30 Phasen die generatorisch erzeugte Spannung zu messen, deren Höhe proportional zur Drehzahl des Motors ist.

Die Spannungshöhe ist jedoch kein sehr genaues Maß für die Drehzahl, so dass die Methode für eine präzise Regelung ungeeignet ist.

- 5 Aus der DE 32 26 614 A1 ist bekannt, für eine Schaltungsanordnung zum motorischen Ein- und Ausfahren einer Autoantenne die Welligkeit des Stroms zu erfassen. Nimmt die Frequenz der Welligkeit stark ab und wird schließlich Null, so ist das ein Signal
10 dafür, dass die Motordrehzahl gegen Null gegangen ist, das heißt, dass die Antenne einen Anschlag erreicht hat. Die Drehzahl des Antriebsmotors wird hierbei nicht geregelt, vielmehr wird nur grob eine Information gewonnen, ob der Antriebsmotor dreht oder
15 steht. Die Lösung ist zudem für getaktet angesteuerte Motoren nicht geeignet.

- Aus der US 5,664,047 ist eine Lösung bekannt, bei der die Welligkeit im Strom (Stromripple) eines PWM-
20 geregelten elektrischen Motors zur Drehzahlbestimmung herangezogen werden soll. Die Messung wird jedoch durch das ständige Wechseln zwischen angesteuerter und nicht angesteuerter Phase des Motors erschwert. Je kürzer die Stromimpulse sind, was von der ge-
25 wählten Taktfrequenz, der Solldrehzahl und der Belastung des Motors abhängt, desto unsicherer ist das Messsignal, was zu Fehlsteuerungen und damit zu Drehzahlschwankungen führen kann.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Einrichtung mit den in den Ansprüchen 1 und 6 genannten Merkmalen bieten demgegenüber den Vorteil, dass in einfacher Weise die Drehzahl einer getaktet angesteuerten elektrischen Maschine kostengünstig aber genau ermittelt werden kann.

- 10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6. Zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

15 Danach wird der Motor in festzulegenden Zeitabständen für eine bestimmte Zeit durch das für die Taktung vorgesehene Schaltelement voll angesteuert und in dieser Zeit die der Motordrehzahl proportionale Frequenz der Welligkeit im Strom (Stromripple = Amplitude des Wechselspannungsanteils im Strom) gemessen.

20

Bei Motoren, die nur mit einem kleinen Lastmoment beaufschlagt sind, gibt es dabei kaum eine Drehzahländerung. Das Verfahren hat den Vorteil, dass nach dem festzulegenden Zeitabstand während der Messzeit immer genügend Stromripple zur Drehzahlerfassung auswertbar sind. Aus der Anzahl der Stromripple während der Messphase lassen sich mittels einer Elektronikschaltung Rechteckspannungen bilden, die der Kommutierung am Motorkollektor entsprechen. Der zeitliche Abstand zwischen den Flanken dieses Rechtecksignals ist ein Maß für die Motordrehzahl. Bei stark beanspruchtem Kommutator kann es auch sinnvoll sein,

25

30

stattdessen die Abstände zwischen den zeitlichen Mitten der steigenden und fallenden Flanken zur Messung heranzuziehen.

- 5 Der Zeitabstand und die Messzeit müssen nicht konstant sein. Sie können als eine Funktion der Versorgungsspannung, der Temperatur und/oder des Lastmoments variabel sein.
- 10 Eine entsprechende Einrichtung sieht einen Motor mit vorgeschaltetem Schaltelement, zum Beispiel einen Transistor, eine Ansteuerschaltung für das Schaltelement, einen Spannungsabgriff über das Schaltelement, einen nachgeschalteten Verstärker, ein Filter und eine Auswerteschaltung, vor. In der Ansteuerschaltung sind der Zeitabstand und die Messzeit hinterlegt. Nach Ablauf des Zeitabstandes wird die Ansteuerung des Motors voll aufgesteuert und die Auswerteschaltung erhält gegebenenfalls einen Startimpuls. Der Startimpuls ist nicht zwingend erforderlich, verkürzt jedoch die notwendige Messdauer. Mit dem Filter wird der Gleichspannungsanteil in der Messspannung herausgefiltert. In der Auswerteschaltung wird in der nun ablaufenden Messzeit die Frequenz des Wechselspannungsanteils im Strom des Motors - die der Motordrehzahl proportional ist - bestimmt, zum Beispiel indem die ausgefilterte Wechselspannung mittels eines Komparators in Rechteckspannungsimpulse zerlegt wird, deren Flankenabstände (jeweils die steigenden oder fallenden) oder deren Abstände zwischen ihren zeitlichen Mittelpunkten gemessen werden. Die Auswertung kann zum Beispiel in einem Mikroprozessor erfolgen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

5

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 eine Prinzipschaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung;

15 Figur 2 die Einfügung der Messzeit in die Ansteuerimpulse des Motors;

Figur 3 die Spannung am Schaltelement und

20 Figuren Varianten für die Auswertung des Mess-
4 und 5 signals.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

25 Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild der Anordnung, zum Beispiel für einen Pumpenantrieb in einem Kraftfahrzeug. Ein Motor M wird über ein Schaltelement 1, zum Beispiel einen Transistor, mittels einer Ansteuerschaltung 2 pulsweitenmoduliert angesteuert.

30 Aus dem Ein-/Ausschaltverhältnis ergibt sich eine entsprechend niedrigere Drehzahl n als bei dauerhafter Ansteuerung des Motors M. Aus Bordnetzgründen

muss die Frequenz der Taktung mindestens eine Frequenz f_0 haben, beispielsweise 50 Hz. Während der Ansteuerphase entstehen durch die Kommutierung des Stromes am Kollektor des Motors höherfrequente Schwingungen im Motorstrom I_{Motor} (Stromripple), deren
5 Frequenz proportional zur Drehzahl n des Motors M ist. Die Dauer eines einzelnen Stromripples hängt von der Anzahl der Polpaare und der Drehzahl n des Motors M ab.

10

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Motor M nun nach Ablauf jeweils eines Zeitabstandes T_1 , zum Beispiel 100 ms, durch die Ansteuerschaltung 2 für eine gewisse Zeit, die Messzeit T_2 , voll angesteuert
15 (siehe Figur 2). Die Messzeit T_2 muss so hoch gewählt sein, zum Beispiel 20 ms, dass die Drehzahl n aus mehreren Stromrippeln sicher erfasst werden kann. Das erfolgt nach Passieren der gemessenen Spannung U_1 am Schaltelement 1 von Tiefpässen 3 und 4, Verstärkung
20 in einem Verstärker 5 und weiterer Filterung in einem Tiefpass 6 mittels eines Komparators 7. Dabei ändert sich die Drehzahl n des Motors M nur unwesentlich. Die kurze Vollansteuerung ist im Motorgeräusch kaum wahrnehmbar. Der Schwellwert für den Komparator 7
25 wird dabei aus dem Nutzsignal nach Filterung in einem Tiefpass 8 gewonnen.

Figur 3 zeigt den Signalverlauf der stromproportionalen Spannung U_1 über dem Schaltelement 1. Während
30 der Messzeit T_2 bilden sich die Kommutierungen deutlich als Wechselspannungssignal ab. Die ausgefilterte Wechselspannung lässt sich in entsprechende Rechteck-

spannungen U_2 wandeln. Der zeitliche Abstand zwischen den Flanken des Rechtecksignals ist dann ein Maß für die Drehzahl n des Motors M .

- 5 Wie Figur 4 zeigt, können die zeitlichen Abstände t_n zwischen den steigenden oder die Abstände t_m zwischen den fallenden Flanken des Rechtecksignals herangezogen werden. Es sind jedoch auch die Abstände t_k zwischen den zeitlichen Mittelpunkten der steigenden und
10 fallenden Flanken zur Auswertung geeignet, wie es in Figur 5 dargestellt ist.

Durch die genauere Erfassung der Istdrehzahl ist der Motor genauer regelbar, was bei der im vorliegenden
15 Beispiel beschriebenen Anwendung als Pumpenantrieb beispielsweise unmittelbar Einfluss auf das Pumpengeräusch hat.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Drehzahlmessung eines getaktet angesteuerten elektrischen Motors, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (M) in festzulegenden Zeitabständen (T_1) für eine definierte Messzeit (T_2) durch das für die Taktung vorgesehene Schaltelement (1) voll aufgesteuert und in dieser Zeit die der Motordrehzahl (n) proportionale Frequenz der Welligkeit im Strom gemessen wird.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemessene stromproportionale Spannung nach Herausfiltern des Gleichspannungsanteils in eine Rechteckspannung (U_2) überführt wird.

20 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Frequenz der Rechteckspannung (U_2) die Abstände (t_n ; t_m) zwischen den steigenden oder fallenden Flanken der Rechteckspannungsimpulse
25 bestimmt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Frequenz der Rechteckspannung (U_2) die Abstände (t_k) zwischen den zeitlichen Mittelpunkten der Rechteckspannungsimpulse bestimmt werden.
30

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitabstände (T_1) und/oder Messzeiten (T_2) als eine Funktion der Versorgungsspannung, der Temperatur und/oder des Lastmoments variabel gehalten sind.

6. Einrichtung zur Messung der Drehzahl eines getaktet angesteuerten elektrischen Motors, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Schaltelement (1) eine stromproportionale Spannungsmesseinrichtung angeordnet ist, der ein Verstärker (5), Filter (3, 4, 6) und eine Auswerteschaltung zur Bestimmung der Frequenz der Welligkeit des in einer Messphase fließenden Stromes, in der der Motor (M) voll aufgesteuert ist, nachgeordnet ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteschaltung einen Komparator (7) zur Überführung des Wechselspannungsanteils der stromproportionalen Spannung in Rechteckspannungsimpulse enthält.

5 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Drehzahlmessung eines getaktet angesteuerten elektrischen Motors.

10

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass der Motor (M) in festzulegenden Zeitabständen (T_1) für eine definierte Messzeit (T_2) durch das für die Taktung vorgesehene Schaltelement (1) voll aufgesteuert und in dieser Zeit die der Motordrehzahl (n) proportionale Frequenz der Welligkeit im Strom gemessen wird.

15

Die erfindungsgemäße Einrichtung sieht vor, dass am Schaltelement (1) eine stromproportionale Spannungsmesseinrichtung angeordnet ist, der ein Verstärker (5), Filter (3, 4, 6) und eine Auswerteschaltung in Form eines Komparators (7) zur Bestimmung der Frequenz der Welligkeit des in einer Messphase fließenden Stromes, in der der Motor (M) voll aufgesteuert ist, nachgeordnet ist.

20

25

(Figur 2)

30

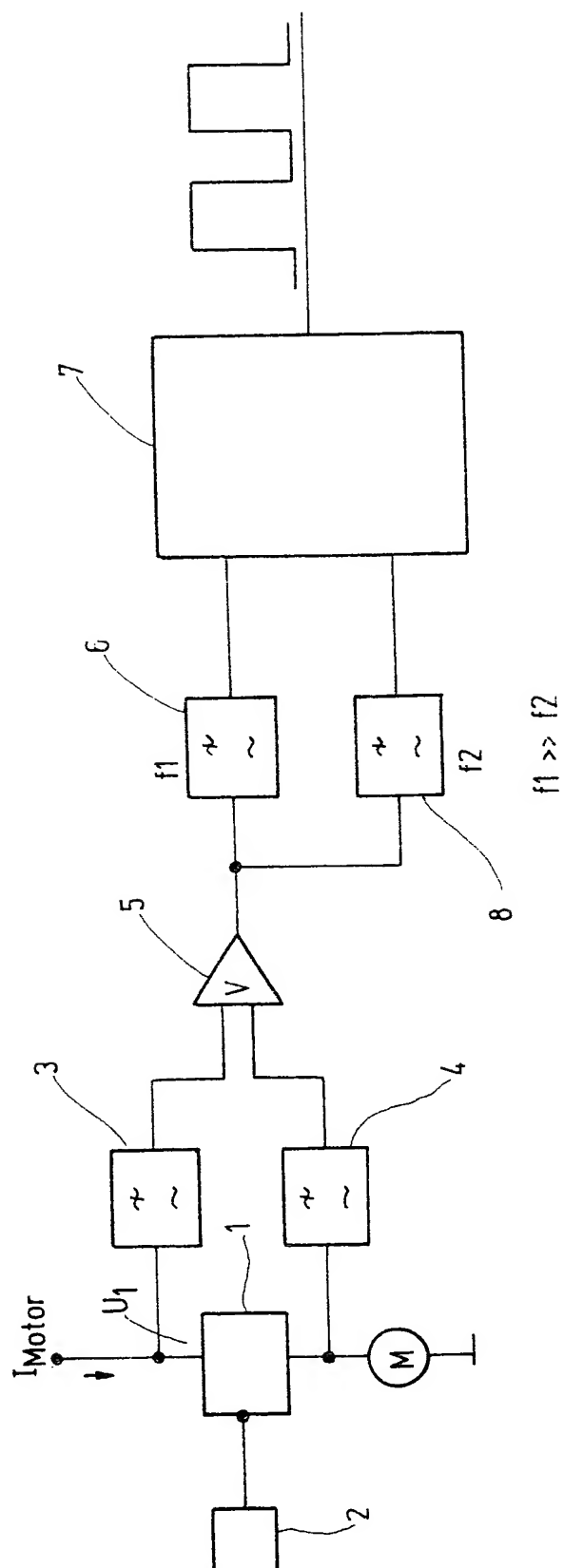


Fig.1

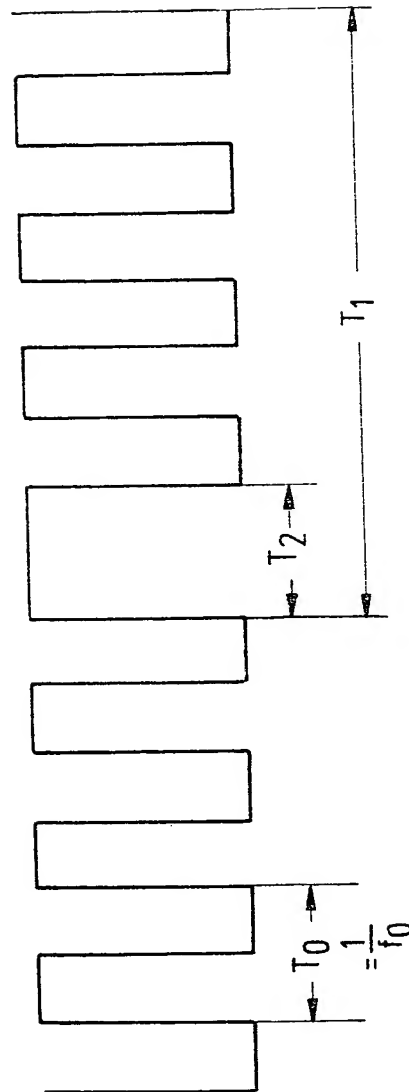


Fig.2

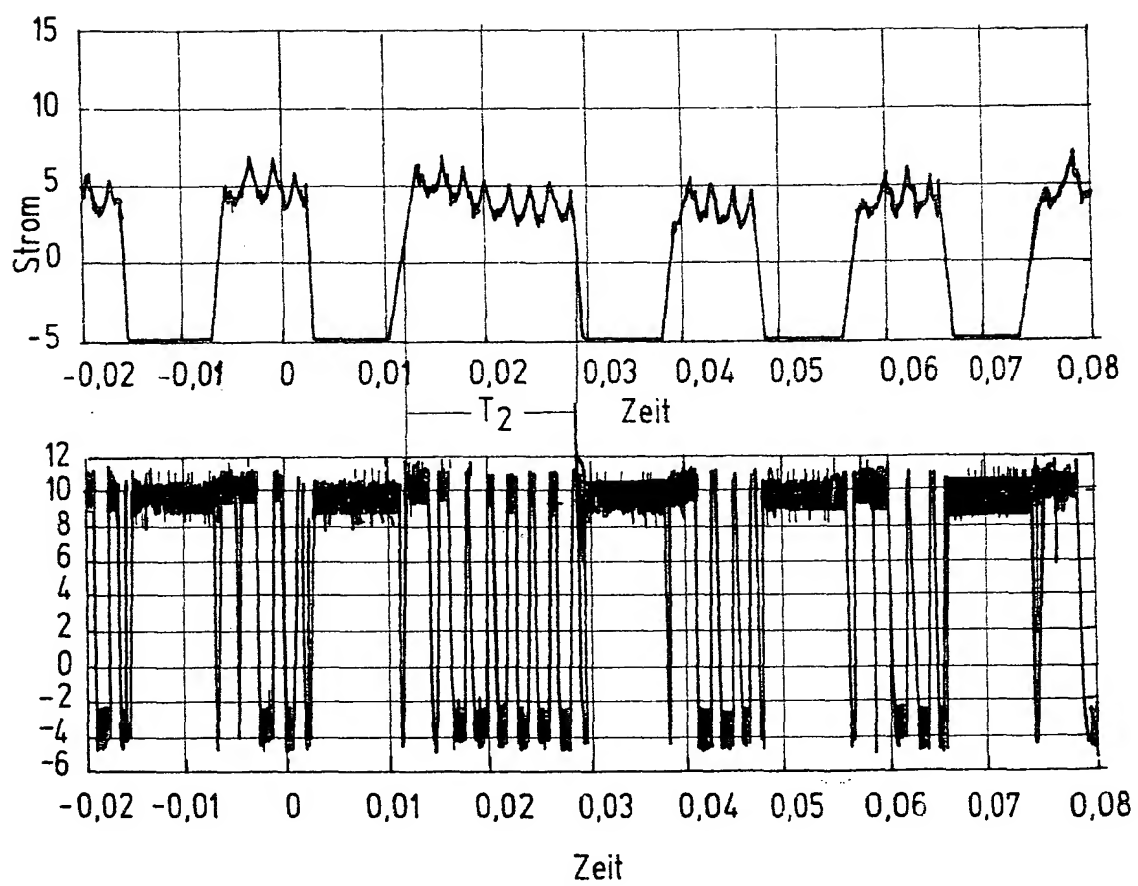


Fig.3

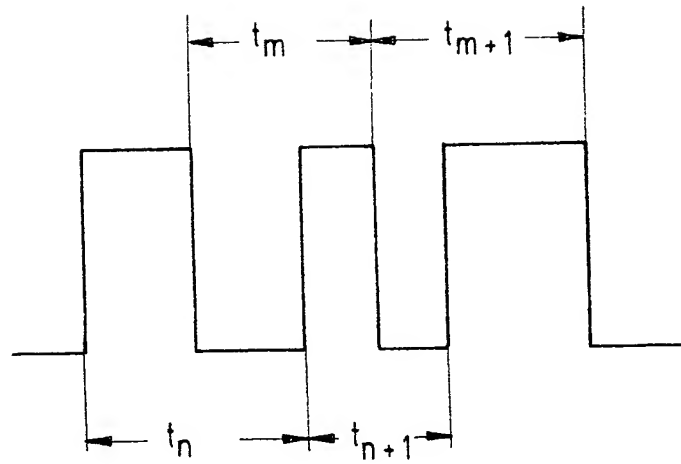


Fig.4

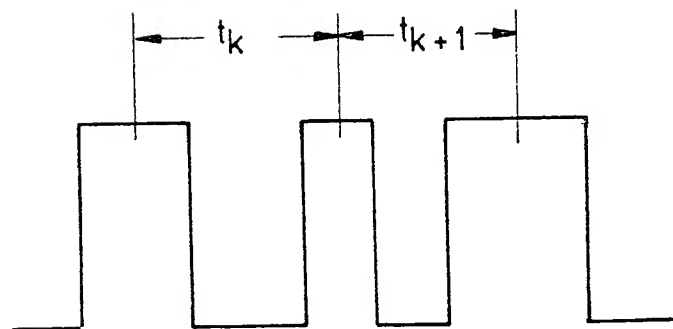


Fig.5